

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA BEATRIZ NEVES DA SILVA

**ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE CARBONO EM NOVO PROGRESSO E
ALTAMIRA - PARÁ (ENTRE 2000 E 2015)**

CURITIBA

2020

ANA BEATRIZ NEVES DA SILVA

**ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE CARBONO EM NOVO PROGRESSO E
ALTAMIRA - PARÁ (ENTRE 2000 E 2015)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Profa. Dra. Norma Ely Santos Beltrão

CURITIBA

2020

RESUMO

As mudanças climáticas e o aquecimento global são assuntos de interesse internacional e a diminuição dos gases de efeito estufa é uma meta de diversos países para melhorar os cenários climáticos futuros. O desmatamento é uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa no Brasil. Na floresta Amazônica ocorrem elevadas taxas de desmatamento anualmente. Os municípios paraenses de Novo Progresso e Altamira estão localizados em uma região que sofre intensa pressão da expansão da fronteira agrícola tendo altos níveis de desmatamento. Dentre as medidas tomadas pelo governo para diminuir o desmatamento no Brasil temos a criação de Unidades de Conservação. Dessa forma, o presente estudo tem o objetivo de analisar a perda de carbono e a evolução temporal do desmatamento nos anos de 2000, 2005, 2010 e 2015, que abrangem o período de criação da maior parte das UCs nos municípios analisados neste trabalho, para isto foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento, com dados históricos de desmatamento do PRODES, a classificação da vegetação do IBGE e para estimar a perda de carbono a metodologia adotada foi a elaborada por Nogueira. Os resultados obtidos mostraram que após a criação das Unidades de Conservação, o desmatamento nos municípios estudados desacelerou, destacando-se as Unidades de Conservação como as áreas que tiveram maiores diminuições de desmatamento e de perda de carbono, enquanto nas áreas externas às UCs o desmatamento e a perda de carbono foi maior.

Palavras-chave: Estoque de Carbono. Desmatamento. Amazônia. Mudanças Climáticas.

ABSTRACT

Climate change and global warming are matters of international interest and the reduction of greenhouse gases is a goal of several countries to improve future climate scenarios. Deforestation is one of the main sources of greenhouse gas emissions in Brazil. In the Amazon rainforest, high rates of deforestation occur annually. The Pará municipalities of Novo Progresso and Altamira are located in a region that is under intense pressure from the expansion of the agricultural frontier with high levels of deforestation. Among the measures taken by the government to reduce deforestation in Brazil, we have the creation of Conservation Units. Thus, the present study aims to analyze the carbon loss and the temporal evolution of the years 2000, 2005, 2010 and 2015, which cover the period of creation of most UCs in the municipalities analyzed in this work, for this purpose, geoprocessing tools were used, with historical deforestation data from PRODES, the classification of IBGE vegetation and to estimate carbon loss the methodology adopted was the one developed by Nogueira.. The results obtained showed that after the creation of the Conservation Units, deforestation in the studied municipalities slowed down, highlighting the Conservation Units as the areas that had the greatest decreases in deforestation and carbon loss, while in the external areas the UCs deforestation and the carbon loss was greater.

Keywords: Carbon Stock. Deforestation. Amazon. Climate Change.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	7
2.2	BASE DE DADOS.....	8
2.3	PROCESSAMENTO DE DADOS.....	9
2.4	QUANTIFICAÇÃO DE ESTOQUE DE CARBONO DE 2000 A 2015.....	9
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4	CONCLUSÕES.....	14
	REFERÊNCIAS.....	15

1 INTRODUÇÃO

A discussão sobre a relação do meio ambiente com o ser humano tem seu marco histórico no ano de 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, na Suécia, influenciando importantes ações ambientais naquela década e, desde então vem sendo realizados encontros internacionais para discutir questões ambientais (QUEIROZ *et al.*, 2019). O Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima (IPCC) lançou Relatórios de Avaliação que evidenciaram a real ameaça das mudanças climáticas no planeta e reforçaram a necessidade de intervenções dos governos internacionais para minimizar os efeitos do aquecimento global nos cenários futuros (HEUT, 2014).

O Brasil se comprometeu em desenvolver e atualizar, periodicamente, inventários nacionais das emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros dos gases de efeito estufa (GEE), ao assinar Convenção-Quadro das Nações Unidas (MCT, 2010). O primeiro inventário brasileiro de gases de efeito estufa, referente ao período de 1990 a 1994, demonstra que a principal fonte de emissão de CO₂ é do Setor Mudança de Uso da Terra e Floresta, com 75% das emissões, sendo a conversão de floresta em atividades de agricultura e pecuária responsável por 96% (MCT, 2004). Na Amazônia ocorre a maior taxa de desmatamento do país, destacam-se os estados do Pará e Mato Grosso como os líderes do ranking nacional (MCT, 2004; MCT, 2010).

Há um consenso entre cientistas de que a Floresta Amazônica de modo geral atua como um sumidouro de gases de efeito estufa, ou seja, ela possui mecanismos que removem gases ou precursores desses gases da atmosfera (D' AMELIO, 2006; SILVA & BAPTISTA, 2015). Porém, quando degradada por desmatamento e/ou queimadas, a floresta passa a devolver o carbono para a atmosfera se tornando uma fonte de emissão (FEARNSIDE *et al.*, 2013; SOUZA, L. M. *et al.*, 2017). A Bacia Amazônica, dentre as regiões tropicais, possui o maior estoque de carbono e, é onde ocorrem as maiores degradações florestais em decorrência da mudança de uso e cobertura da terra (BACCINI *et al.*, 2012; NOGUEIRA *et al.*, 2015).

A Amazônia teve sua paisagem significativamente alterada em função dos impactos causados pela atividade antrópica desde a década de 1970, com a implantação de grandes projetos incentivados pelo governo associados à implantação das rodovias Trans-Amazônica e BR-163 que tiraram de forma extensiva a vegetação nativa (SOUZA-FILHO *et al.*, 2016). Além da intensa exploração de seus recursos naturais, pela expressiva degradação ambiental provocada pelas atividades de mineração, exploração madeireira, agroindústria, pastagem

extensiva, dentre outras (OAKDALE & WATSON, 2018; PERAZZONI, 2018; VAL & MARCOVITCH, 2019; MALDONADO *et al*, 2019).

A Amazônia por exercer um papel fundamental na regulação climática, deter uma enorme quantidade de biomassa e abrigar uma imensa biodiversidade de fauna e flora atrai atenção internacional para a sua conservação, para isso são adotadas alguns instrumentos de conservação da natureza no bioma, como o manejo de ecossistemas, Unidades de Conservação, o estudo e a preservação de espécies da fauna e flora (MCT, 2010; SOUZA, L. M. *et al*, 2017). As Unidades de Conservação (UCs) preservam a biodiversidade e exercem significativa redução do desmatamento na região e consequentemente nas emissões associadas de carbono, além de desempenharem uma barreira verde frente a expansão da fronteira agrícola da Amazônia, contudo aquelas que estão localizadas mais próximas dessas fronteiras são as mais ameaçadas pelo desmatamento (IPAM, 2009).

A Fronteira Agrícola da Amazônia se localiza no chamado Arco do Desmatamento, que se estende do nordeste do Pará ao leste do Acre e, é nesta região onde ocorre grande parte do desmatamento da Amazônia, tendo as áreas de vegetação de transição da floresta Amazônica para o Cerrado as mais afetadas pela expansão agrícola (FEARNSIDE, 2007; MÜLLER-HANSEN *et al*, 2019). Os municípios paraenses de Novo Progresso e Altamira estão no limite estadual do Pará com Mato Grosso, sendo cortados pela BR-163, e sofrem com os impactos da expansão da fronteira agrícola da região a BR-163 interliga a região ao restante do país e é uma das principais contribuintes para o incremento do desmatamento (FEARNSIDE, 2007; JAKIMOW *et al*, 2018).

Para que haja um controle sobre o desmatamento na Amazônia é necessário o monitoramento intenso da região, porém, devido ao tamanho do território, dificuldade de acesso e complexidade de se realizarem estudos em campo, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas essenciais para análise ambiental remotamente (NOGUEIRA *et al*, 2015). As informações sobre cobertura do solo promovem um melhor planejamento do uso da terra e a tomada de decisões na região da Amazônia (ALMEIDA *et al*, 2016; CROWSON *et al*, 2019).

O objetivo deste trabalho é estimar no período de 2000 a 2015 a perda de carbono e a evolução temporal do desmatamento em Novo Progresso e Altamira, visto que estes municípios estão localizados numa área de pressão da expansão agrícola e que dentro do período analisado foram criadas diversas Unidades de Conservação nos municípios.

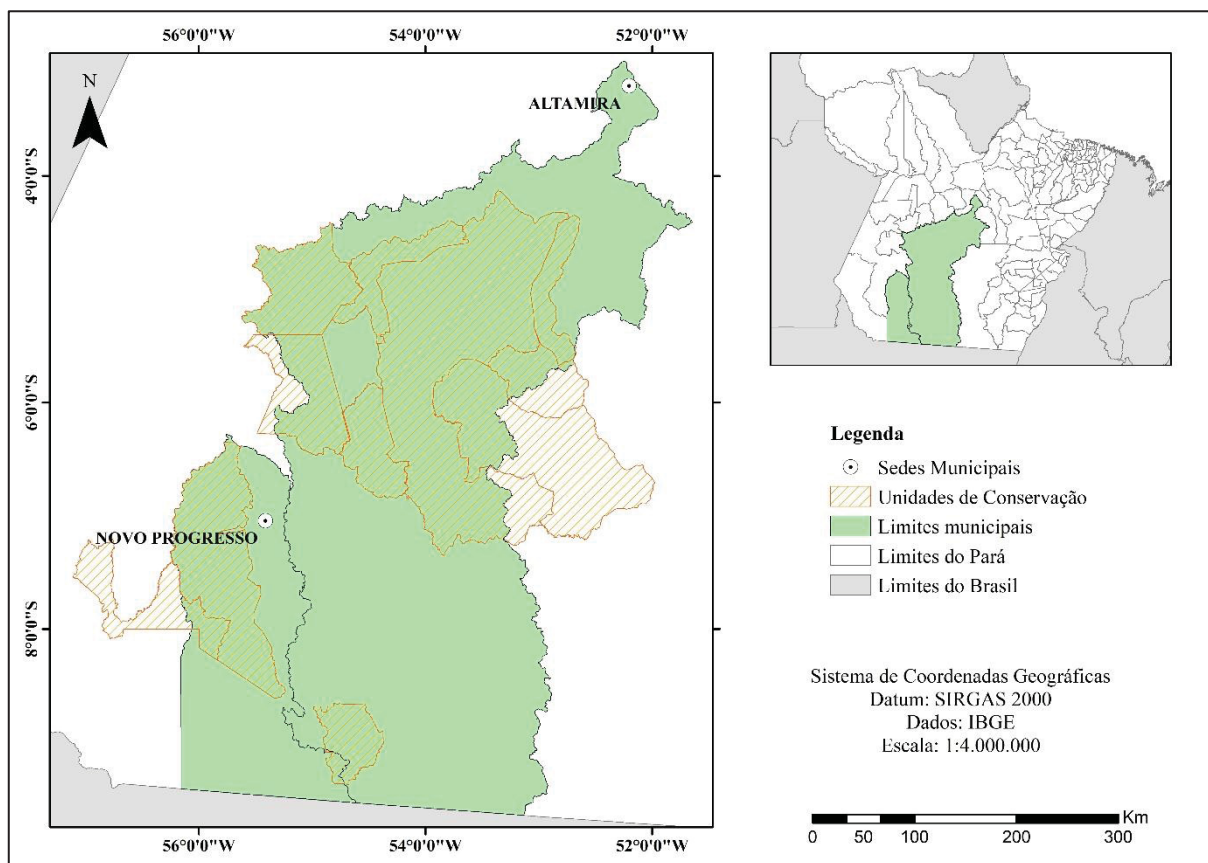
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os municípios de Novo Progresso e Altamira pertencem a Mesorregião do Sudoeste Paraense. Novo Progresso apresenta uma população estimada para 2019 de 25.124 habitantes e extensão territorial de 38.162,035 km² (IBGE, 2019). Altamira possui a população estimada em 2019 de 114.594 habitantes e seu território municipal tem 159.333,328 km² (IBGE, 2019).

Os municípios fazem fronteira com o norte do estado de Mato Grosso. Grande parte dos seus territórios são cobertos por Unidades de Conservação - UCs (Quadro 1), sendo que dentre essas 6 estão inteiramente compreendidas nos limites dos dois municípios (Reserva Extrativista Riozinho do Anfrísio, Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo, Floresta Nacional do Jamanxim, Reserva Extrativista do Rio Iriri, Floresta Estadual do Iriri, Reserva Extrativista Rio Xingu) e as outras 5 compartilham o território com os municípios vizinhos, como pode ser visto na Figura 1. Dentre as 11 Unidades de Conservação, 9 foram criadas a partir de 2005 sendo 4 de Proteção Integral – PI e 5 de Uso Sustentável – US.

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: Autor (2020).

QUADRO 1 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DENTRO DE NOVO PROGRESSO E ALTAMIRA

Nome da Unidade de Conservação	Categoria	Grupo	Esfera	Ano de criação
Floresta Nacional Altamira	Floresta	US	Federal	1998
Reserva Extrativista Riozinho do Anfrísio	Reserva Extrativista	US	Federal	2004
Estação Ecológica da Terra do Meio	Estação Ecológica	PI	Federal	2005
Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo	Reserva Biológica	PI	Federal	2005
Parque Nacional da Serra do Pardo	Parque	PI	Federal	2005
Parque Nacional do Rio Novo	Parque	PI	Federal	2006
Floresta Nacional do Jamanxim	Floresta	US	Federal	2006
Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu	Área de Proteção Ambiental	US	Estadual	2006
Floresta Estadual de Iriri	Floresta	US	Estadual	2006
Reserva Extrativista do Rio Iriri	Reserva Extrativista	US	Federal	2006
Reserva Extrativista Rio Xingu	Reserva Extrativista	US	Federal	2008

FONTE: MMA (2019)

2.2 BASE DE DADOS

Os dados de desmatamento foram adquiridos pelo Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), o qual fornece arquivos vetoriais referentes ao incremento anual da supressão vegetal, permitindo a identificação das áreas desmatadas (INPE, 2019). Foram selecionadas as 19 cenas que abrangem os limites territoriais dos dois municípios, para os anos de 2000, 2005, 2010 e 2015. Os dados podem ser obtidos pelo *link* <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/dadosn/>.

Os dados de vegetação de Novo Progresso e Altamira foram obtidos na plataforma do IBGE de Banco de Informações Ambientais. Foram utilizadas no trabalho as informações referentes a identificação das classes de vegetação, as quais encontram-se na tabela de atributos. A classificação segue o Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira do IBGE e tem escala de 1:250.000. Os dados podem ser adquiridos pelo *site* <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Não foi considerada regeneração florestal ocorrida nos municípios após a criação das UCs nos cálculos de carbono, pois necessitaria de outra metodologia para estima-lo.

Os limites territoriais utilizados foram obtidos na base de dados do IBGE (<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais.html>) e as delimitações das Unidades de Conservação no *site* do Ministério do Meio Ambiente (<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>).

2.3 PROCESSAMENTO DE DADOS

O processamento dos dados foi realizado no *software* ArcMap 10.5 com o sistema de coordenadas geográfico *South America* Datum SIRGAS 2000, para calcular de áreas os arquivos foram reprojetados para o sistema de coordenadas projetadas Datum SIRGAS 2000 e fusos 21S e 22S.

As 19 cenas de desmatamento do PRODES foram combinadas em uma única cena por meio da ferramenta *Merge* e recortadas para os limites municipais com a ferramenta *Clip*. As feições referentes a desmatamento foram selecionadas pela Tabela de Atributos pela função *Select By Attributes* e foi gerado um novo arquivo vetorial com as feições selecionadas, contendo apenas as áreas de desmatamento até o ano analisado.

O *shapefile* de vegetação foi recortado pelos *shapefiles* de desmatamentos para cada ano analisado (2000, 2005, 2010 e 2015), resultando em um novo arquivo vetorial contendo o tipo de vegetação que a área desmatada continha. Os arquivos vetoriais referentes a Novo Progresso foram reprojetados para SIRGAS 2000 Fuso 21S e os referentes a Altamira para SIRGAS 2000 Fuso 22S, para serem calculadas de área em hectares de cada tipo de vegetação desmatada nos anos analisados.

O mesmo processo realizado anteriormente foi aplicado nas Unidades de Conservação, sendo que as 5 que não tem seu território totalmente compreendidas nos municípios foram recortadas e os cálculos realizados somente para as partes dentro de Novo Progresso e Altamira. Nos anos de 2000 e 2005 nem todas as UCs dos municípios haviam sido criadas por decreto, porém as suas respectivas áreas foram analisadas para ter coerência nas análises dos resultados.

2.4 QUANTIFICAÇÃO DE ESTOQUE DE CARBONO DE 2000 A 2015

Para estimar a quantidade de biomassa e estoque carbono dos municípios de Novo Progresso e Altamira foi utilizada a metodologia de Nogueira *et al.* (2015). A qual estima um valor médio tanto de Biomassa quanto de Carbono acima do solo e subterrânea para cada tipo de vegetação da Amazônia Brasileira por hectare, utilizando como referência de dados de biomassa diversos estudos realizados em parcelas na Amazônia. A classificação de vegetação que o autor utilizou foi a do IBGE de 1992, a qual foi mapeada pelo do Projeto RadamBrasil (1973-1983).

O estudo de Nogueira *et al.* (2015) contem estimativas para 29 classes de vegetação da Amazônia Brasileira, e não faz estimativas para áreas consideradas antrópicas pelo IBGE, como agricultura, pecuária, agropecuária, seringais, influência urbana, vegetação secundária, etc. Dentre as classes de vegetação analisadas pelo autor, 15 estão presentes na área de estudo e foram analisadas (Tabela 1). As áreas antrópicas não foram consideradas nos cálculos.

Floresta: As florestas caracterizam-se pelo adensamento de árvores altas (20 a 50m), com redução da quantidade de luz que chega ao solo, o que limita o desenvolvimento das sinúsias herbácea e arbustiva. A Floresta Ombrófila, também conhecida por floresta pluvial tropical, condicionada a elevadas temperaturas e altas precipitações, bem distribuídas durante o ano. A Floresta Estacional é caracterizada por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa e um longo período de seca.

Contato: Contato entre tipos de vegetação com estruturas fisionômicas semelhantes, os elementos que se misturam são indivíduos isolados e dispersos, formando conjuntos geralmente muito homogêneos ou uniforme.

Campinarana: As campinaranas ocorrem em áreas planas e alagadas, e apresentam fisionomia bastante variada, desde formações campestres até florestais, com árvores finas

Savana: As savanas caracterizam-se pela dominância compartilhada das sinúsias arbórea (3 a 10m) e herbácea.

Vegetação com influência fluvial: Trata-se de comunidades vegetais das planícies aluviais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou, então, das depressões alagáveis todos os anos. (IBGE, 2012)

TABELA 1- ESTIMATIVAS MÉDIAS DE BIOMASSA SECA E ESTOQUE DE CARBONO (Mg ha⁻¹)

Tipo de Vegetação (Classificação do IBGE, 1992)	Biomassa acima do solo	Carbono acima do solo	Biomassa subterrânea	Carbono subterrâneo	Biomassa acima e abaixo do solo	Carbono acima e abaixo do solo
Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds)	319,59	155	65,75	31,89	385,33	186,89
Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Da)	299,26	145,14	61,57	29,86	360,83	175
Floresta Ombrófila Aberta Submontana (As)	280,24	135,92	55,78	27,06	336,02	162,97
Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Fs)	263,27	127,69	52,41	25,42	315,68	153,1
Floresta Estacional Decidual Submontana (Cs)	241,9	117,32	48,15	23,35	290,06	140,68
Contato Floresta Ombrófila/Floresta Estacional (ON)	259,05	125,64	51,57	25,01	310,62	150,65
Contato Campinarana/Floresta Ombrófila (LO)	320,78	155,58	63,85	30,97	384,63	186,55
Contato Savana/Floresta Estacional (SN)	252,44	122,43	50,25	24,37	302,69	146,81
Campinarana Florestada (Ld)	253,54	113,59	131,17	65,58	384,71	179,17
Campinarana Arborizada (La)	42,09	18,86	37,79	18,9	79,88	37,75
Campinarana Gramíneo-Lenhosa (Lg)	7,65	2,96	42	21	49,65	23,96
Savana Florestada (Sd)	51,29	22,98	108,52	54,26	159,8	77,24
Savana Arborizada (Sa)	27,13	12,1	42,85	20,89	69,98	32,99
Savana Parque (Sp)	12,54	5,38	23,57	11,79	36,12	17,17
Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre (Pa)	19,68	8,81	8,26	3,7	27,94	12,52

FONTE: Adaptado de Nogueira *et al.* (2015)

Utilizando os *shapefiles* gerados da vegetação dentro das áreas desmatadas em 2000, 2005, 2010 e 2015, foi possível determinar quais os tipos de vegetação perdidas no

desmatamento e atribuir os valores de estimativa de Biomassa e Carbono de Nogueira *et al* (2015) para seu respectivo tipo (Tabela 1). Essa estimativa foi feita tanto para os dois municípios, quanto para as áreas de Unidades de Conservação recortadas. Encontrando dessa forma valores médios de Estoque de carbono perdido nas áreas desmatada de acordo com a vegetação original nos períodos analisados. Os resultados encontrados foram tabulados e analisados no *software* Excel, identificando os percentuais de Biomassa e Carbono para cada área do estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até 2000 a área total desmatada em Novo Progresso foi de 579,92 km² e em Altamira de 461,97km², correspondendo a um total de 1,6% e 0,3% do total da vegetação respectivamente. Em 2005 houve um expressivo aumento das áreas desmatadas, passando para 2.711,80 km² em Novo Progresso e 3.538,43 km² em Altamira, 7,6% e 2,3% dos seus territórios respectivamente, um aumento de área desmatada de 368% e de 666% em Novo Progresso e em Altamira, comparada ao ano anterior.

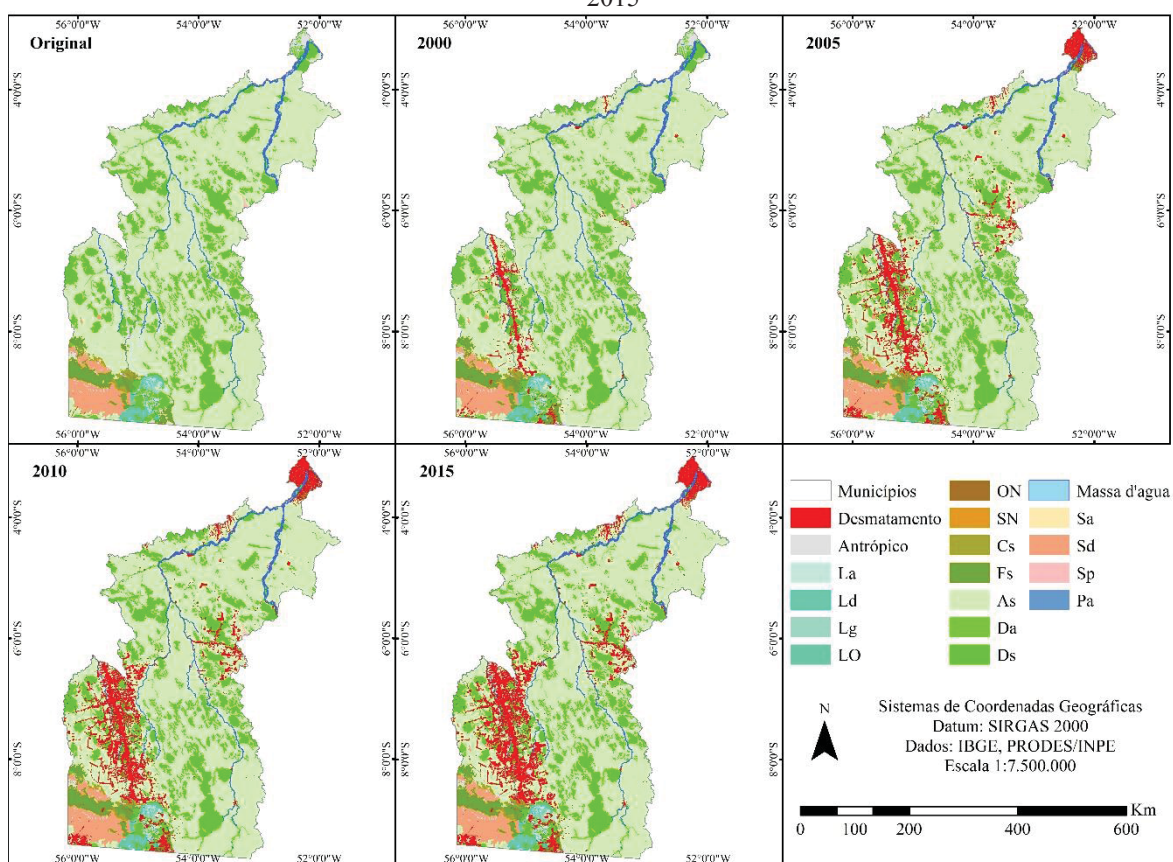
Em 2010, o desmatamento alcançou o total de 3.883,24km² em Novo Progresso e 5.098,87km² em Altamira, 10,8% e 3,27% da vegetação respectivamente, aumentando em 43,2% e 44,1% a área desmatada comparada ao ano anterior nos municípios. Em 2015 a área desmatada em Novo Progresso foi de 4.544,57km² e em Altamira de 6.585,88km², 12,7% e 4,2% da vegetação, aumentando 17% e 29% a extensão do desmatamento em comparação ao ano anterior. As áreas desmatadas nos períodos analisados podem ser vistas na Figura 2, a qual também mostra os tipos de vegetação nos municípios.

Cerca de 41% do território dos municípios são Unidades de Conservação, 81.150,06km². Em 2000 o desmatamento na área que atualmente corresponde as UCs abrangia uma extensão de 211,79km², 0,1% da área de vegetação total dos dois municípios. E 2005 houve um incremento de 890% na área desmatada dentro dessas áreas passando para 2.096,81km², 1,1% da vegetação. Em 2010 o desflorestamento alcançou extensão de 2.876,88km² um aumento de 37% comparado ao ano anterior, passando para 1,5% a perda da vegetação de Novo Progresso e Altamira. Em 2015 ocorreu um incremento de 24,5% do desmatamento, uma área de 3.582,41km², 1,8% da vegetação.

Dentre os tipos de vegetações desmatadas, os que apresentaram maior perda por hectare foram as Floresta Ombrófila Aberta Submontana - As, Floresta Ombrófila Densa Submontana Ds, Floresta Estacional Semidecidual Submontana - Fs e Floresta Ombrófila Densa Aluvial - Da. Em Novo Progresso o desmatamento das vegetações supracitadas foi de 4.325,32 km², o equivalente a 95% da área total desmatada, e em Altamira a área foi de 6.530,00km², o que corresponde a 99% do total da vegetação desmatada no município.

Os tipos de vegetação não são distribuídos de forma homogênea no território, sendo algumas classes mais penalizadas do que outras com o desmatamento. Como as vegetações localizadas em áreas de transição próximas ao limite estadual do Pará com Mato Grosso: Contato Campinarana/Floresta Ombrófila – LO tiveram 91,2% de desmatamento em Altamira, passando de 27km² na área original para 2,4km² em 2015. Em Novo Progresso as vegetações de Contato Savana/Floresta Estacional – SN e Contato Floresta Ombrófila/Floresta Estacional – ON, tiveram 71,74% e 96,4% de desmatamento, passando de 22km² e 68,4km² para 6,2km² e 2,4km² em 2015, respectivamente.

FIGURA 2 - EVOLUÇÃO DO DESMATAMENTO EM NOVO PROGRESSO E EM ALTAMIRA DE 2000 A 2015



FONTE: Autor (2020).

Até 2000 houve uma redução de 1,76% e de 0,29% do estoque de carbono em Novo Progresso e Altamira. Em 2005 seguinte ocorreu um significativo incremento no desmatamento, e consequentemente uma elevada perda do estoque de carbono de 8,38% e 2,31% nos municípios de Novo Progresso e Altamira.

Os anos seguintes a 2005 continuaram apresentando desmatamento crescente, contudo de forma menos intensa como foi entre 2000 e 2005. Tendo Novo Progresso uma perda total de estoque de carbono de 12,03% até 2010 e 14,09% até 2015, e Altamira de 3,31% e 4,26% em 2010 e 2015. Resultando em 2015 na perda total Carbono acima e abaixo do solo de 75.208.444,84 Mg/ha em Novo Progresso e de 110.659.800,39 Mg/ha em Altamira

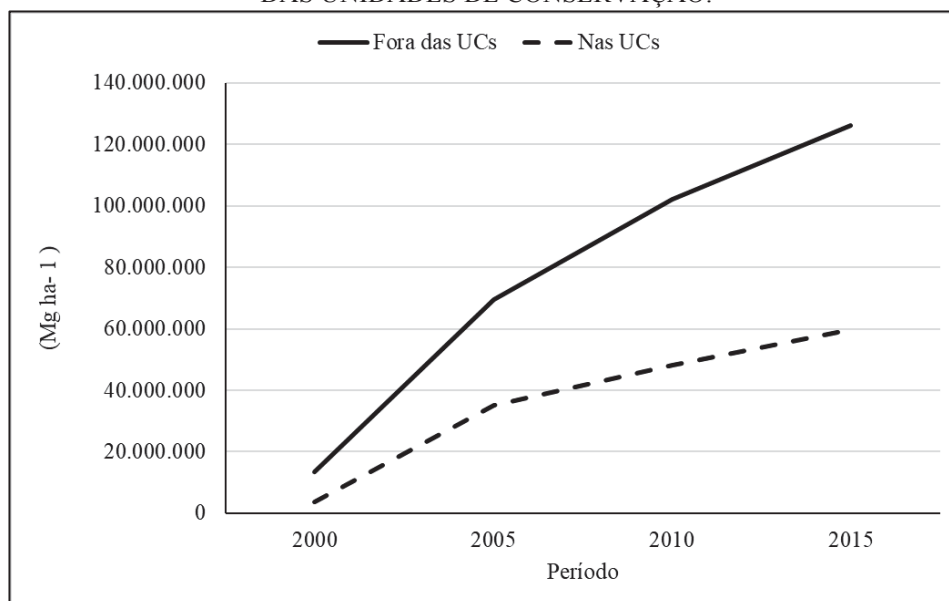
Dentro dos períodos analisados, 2000 e 2005, foi o que mostrou maior intensidade no desmatamento e consequentemente maior perda de carbono. Nos anos seguintes o processo de desflorestamento continuou ocorrendo, porém de forma mais moderada (Tabela 2, Figura 3), isso pode ser atribuído dentre outros fatores, a criação das 9 UCs a partir de 2005 nos municípios (Quadro 1), as quais restringem ou impedem a exploração na área, impossibilitando que ocorra o desmatamento descontrolado no local.

TABELA 2 - ESTIMATIVA DE PERDA DE CARBONO EM NOVO PROGRESSO E ALTAMIRA

Perda de Carbono acima e abaixo do solo (Mg ha-1)				
	Novo Progresso	Altamira	Fora das Ucs	Nas Ucs
2000	9.402.626,83	7.660.019,20	13.488.002,55	3.574.643,47
2005	44.703.331,40	59.956.099,78	69.630.690,52	35.028.740,66
2010	64.214.214,87	85.923.018,63	102.100.289,22	48.036.944,29
2015	75.208.444,84	110.659.800,39	126.139.615,76	59.728.629,48

Fonte: Autor (2020).

FIGURA 3 - ESTIMATIVA DE PERDA DE CARBONO POR DESMATAMENTO ACIMA E ABAIXO DO SOLO (Mg ha⁻¹) EM NOVO PROGRESSO E EM ALTAMIRA, NAS ÁREAS EXTERNAS E INTERNAS DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.



FONTE: Autor (2020).

No gráfico da Figura 3, a linha preta contínua representa a soma das perdas de carbono nas áreas de Altamira e Novo Progresso fora dos limites das Unidades de Conservação e pode-se observar que ela está em uma crescente acentuada entre 2000 e 2005, que foi o período que apresentou maior desmatamento nos municípios. A linha tracejada representa a perda de carbono no interior das UCs e no período de 2000 e 2005 também apresentou elevado desmatamento e perda de carbono, contudo nesse período existiam apenas duas UCs nos municípios.

No período de 2005 a 2015 percebe-se que embora a perda de carbono continue crescendo em ambas as áreas dos municípios há um distanciamento entre as duas linhas que representam as áreas fora e dentro das UCs, mostrando que as perdas de carbono no interior das UCs ocorrem de maneira menos acentuada do que nas áreas externas a seus limites e mesmo nas áreas externas houve um decréscimo da perda de carbono por desmatamento. O que comprova que as Unidades de Conservação foram instrumentos eficientes para o controle do avanço do desmatamento nos municípios de Novo Progresso e Altamira.

4 CONCLUSÃO

As análises realizadas evidenciaram a importância da criação das Unidades de Conservação e da maior rigidez na legislação ambiental no controle do desmatamento e

diminuição da emissão de gases do efeito estufa, visto que o desmatamento ocorreu de forma mais abrasiva após a criação das UCs em Novo Progresso e Altamira. Sendo está uma importante estratégia para a conservação da biodiversidade e para manter os estoques de carbono na Amazônia, minimizando a emissão de gases do efeito estufa para a atmosfera.

Com isso, novos estudos devem ser incentivados afim de aprimorar as metodologias que utilizam Sistemas de Informação Geográfico para estimar a emissão e remoção de carbono, para melhorar o monitoramento e a compreensão dos processos de ocorrem na Amazônia e no mundo auxiliando na tomada de decisões pelo poder público no futuro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A., *et al.* **Mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira com alta resolução espacial utilizando dados Landsat-5/TM e MODIS.** Acta Amazonica. 46, p. 291-302. 2016.

BACCINI *et al.* **Estimated carbono dioxe emissions from tropical deforestation improved by carbono-density maps.** Nature Climate Change, v. 2, p. 182-185. 2012.

CROWSON, M., HAGENSIEKER, R., WASKE, B. **Mapping land cover change in northern Brazil with limited training data.** Int J Appl Earth Obs Geoinformation. 78, p. 202-214. 2019.

D'AMELIO, M. T. S. **Estudo de gases de efeito estufa na Amazônia.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares, Programa de Pós-Graduação em Ciências, na área de Tecnologia Nuclear, São Paulo, 2006. 178 p.

FEARNSIDE, P. M. **Brazil's Cuiabá-Santarém (BR-163) Highway: The Environmental Cost of Paving a Soybean Corridor Through the Amazon.** Environ Manage, 39:601-614. 2007.

FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I.; PEREIRA, V. B. **Emissões de gases do efeito estufa por desmatamento e incêndios florestais em Roraima: fontes e sumidouros.** Revista Agro@mbiente, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2013.

HEUT, Daniel Soler. **Inventário de Gases de Efeito Estufa: compilação e análise dos estudos desenvolvidos pelos estados brasileiros.** Monografia de conclusão do Curso de Especialização em Gerenciamento Ambiental da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP. Piracicaba, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** 2ª edição. IBGE, Rio de Janeiro. 2012

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades**. 2019. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/> >. Acesso em 10 de fevereiro de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Metodologia utilizada nos Projetos PRODES e DETER**. Programa de Monitoramento da Amazônia e Demais Biomas – PAMZ+. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Redução das emissões de carbono do desmatamento no Brasil: o papel do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa)**. 2009. Disponível em: < <https://ipam.org.br/bibliotecas/reducao-de-emissoes-de-carbono-associadas-ao-desmatamento-no-brasil-o-papel-do-programa-areas-protegidas-da-amazonia-arpa/> >. Acesso em: 15 de fevereiro de 2020

JAKIMOW, B. *et al.* **Mapping pasture management in the Brazilian Amazon from dense Landsat time series**. Remote Sensing of Environment. 205, p. 453-468. 2018.

MALDONADO, T. V.; PANHOCA, L.; ALLIEVI, F.. **MuSIASEM analysis structure proposal for micronarratives on extractive productive chains in the Amazon context**. Ecological Indicators, v. 106, p. 105509, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105509>

MAPBIOMAS. **Mudanças de Uso e cobertura**. 2020. Disponível em: <<http://plataforma.mapbiomas.org/>>. Acesso em 08 de fevereiro de 2020.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Comunicação nacional inicial à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, novembro de 2004.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, 2010.

MÜLLER-HANSEN, F. *et al.* **Can Intensification of Cattle Ranching Reduce Deforestation in the Amazon? Insights From an Agent-based Social-Ecological Model**. Ecological Economics. 159, p. 198-211. 2019.

NOGUEIRA *et al.* **Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia**. Global Change Biology. 21, p. 1271-1292. 2015.

OAKDALE, S.; WATSON, M.. **The diversity of the modern in Amazonia**. Journal of Anthropological Research, v. 74, n. 1, p. 1-9, 2018.

PERAZZONI, F.. **Amazonia, Organized Crime and Illegal Deforestation: Best Practices for the Protection of the Brazilian Amazon**. In: The 21st Century Fight for the Amazon. Palgrave Macmillan, Cham, 2018. p. 21-55. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56552-1_2

QUEIROZ, Z. A. K. DE *et al.* **Regime internacional de mudanças climáticas e o município de Santos (SP)**. Revista Leopoldinaum. Ano 45, nº 126, p. 87-104. Santos, São Paulo. 2019.

SILVA, S. C. P., BAPTISTA, G. M. M. **Modelagens de sequestro florestal de carbono e dos conteúdos de CO₂ atmosférico com dados Hyperion em diferentes ambientes na Amazônia Brasileira**. Revista Brasileira de Cartografia, n 67/7, p 1509-1521. 2015.

SOUZA, L. M. *et al.* **Avaliação do uso e cobertura da terra em Paragominas e Ulianópolis – PA**, utilizando dados do projeto TerraClass. Revista Brasileira de Cartografia, n 69/3, p. 421-431. 2017.

SOUZA-FILHO, P. W. M. *et al.* **Four decades of land-cover, land-use and hydroclimatology changes in the Itacaiúnas River watershed, southeastern Amazon.** Journal of Environmental Management, v. 167, p. 175-184, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.039>. Acesso em: 10 de janeiro de 2020.

VAL, A. L.; MARCOVITCH, J.. **O Bioma Amazônia e seus desafios.** Revista de Estudios Brasileños, v. 6, n. 11, p. 9-10, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14201/reb2019611910>